



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

**AVALIAÇÃO DOS PADRÕES DE DESMATAMENTO NA REGIÃO DE  
INFLUÊNCIA DA UHE BELO MONTE, PARÁ.**

**Geraldo Farias de França**

MONOGRAFIA

BRASÍLIA  
2016



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

**Geraldo Farias de França**

**AVALIAÇÃO DOS PADRÕES DE DESMATAMENTO NA REGIÃO DE  
INFLUÊNCIA DA UHE BELO MONTE, PARÁ.**

**Monografia de especialização em  
Geoprocessamento Ambiental  
apresentada a banca examinadora do  
Instituto de Geociências como  
exigência para a obtenção do título  
de especialista em Geoprocessamento**

**Aprovada em** \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Tati de Almeida (orientadora)** \_\_\_\_\_

**Prof. Dr.. Gustavo Macedo de Mello Baptista** \_\_\_\_\_

**Dr<sup>a</sup>..Adriana Panhol** \_\_\_\_\_



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

*A meus pais,*

*MANOEL FERREIRA DE FRANÇA (in memorian) e*

*RAIMUNDA FARIAS DE FRANÇA.*

*A minha família,*

*MARIA DE FÁTIMA DA COSTA FARIAS DE*

*FRANÇA,*

*JOÃO VÍCTOR DA COSTA FARIAS DE FRANÇA,*

*JORGE ARTHUR DA COSTA FARIAS DE FRANÇA e*

*MARIA DA SILVA MOREIRA.*



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

**AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pela vida, por ter me dado força e saúde para superar os obstáculos.

Sou grato à esta universidade, seu corpo docente e administração pelo oferecimento de um curso tão importante.

A minha família, em especial minha esposa Maria de Fátima, que sempre esteve ao meu lado me apoiando e incentivando em todos os momentos.

A minha orientadora Professora Doutora Tati de Almeida pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Agradeço também à Professora Doutora Rejane Ennes Cicerelli pela colaboração neste trabalho.

A Maria da Silva Moreira (NINA), pelo apoio concedido, e pela maravilhosa companhia.

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram com trabalho, companheirismo ou amizade durante este período. Que Deus esteja abençoando cada um de vocês!



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

**RESUMO**

Vários estudos têm sido desenvolvidos na busca de ajustar e/ou validar as geotecnologias como ferramentas de apoio não só para identificação e quantificação de áreas de desmatamento, mas para acoplar a esta possibilidade de leitura, a interpretação ou associação dos fenômenos sociais, técnicos e/ou econômicos que os desencadeiam.

O presente estudo utilizou técnicas de mineração de dados e métricas de ecologia da paisagem para identificar padrões de desmatamento associados aos diferentes tipos de ocupação humana na região de influência da UHE Belo Monte, Pará.

**ABSTRACT**

Several studies have been developed in the quest to adjust and/or validate the geotechnologies as tools to support not only for identification and quantification of areas of deforestation, but to attach to this possibility of reading, interpretation or association of social phenomena, technical and/or economic that the trigger.

The present study used techniques of data mining and tons of landscape ecology to identify patterns of deforestation associated with different types of human occupation in the region of influence of the UHE Belo Monte, Pará.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

## SUMÁRIO

Pág.

### LISTA DE FIGURAS

.....06

### LISTA DE TABELAS

.....06

1. INTRODUÇÃO.....07

1.1 Apresentação.....07

1.2 Objetivo geral.....08

1.2.1 Objetivo Específico.....08

1.3 Localização da área de estudo.....08

2. DESCRIÇÃO DA ÁREA.....10

3. METODOLOGIA DE TRABALHO .....14

4. RESULTADOS.....21

5. CONCLUSÕES.....24

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....25

### LISTA DE FIGURAS

1 – Mapa de localização .....09

2 – Tipologias padrões de desmatamento.....13

3 – Tipologias padrões de desmatamento observadas visualmente.....18

4 - Arvore de decisão 1.....19

5 - Arvore de decisão 2.....21

6 – Mapa de classificação.....22

### LISTA DE TABELAS

1 – Tabela de tipologia padrão de ocupação.....14

2 - Descrição das métricas de ecologia da paisagem utilizadas.....16

3 - Matriz de confusão 1.....20

4 - Matriz de confusão 2 .....20



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

## 1. INTRODUÇÃO

Esta monografia é apresentada ao Curso de Especialização em Geoprocessamento Ambiental, promovido pelo Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Grau de Especialista em Geoprocessamento.

O Brasil enfrenta um grande desafio: controlar o desmatamento na floresta Amazônica, a qual cobre cerca de 40% do seu território. O desflorestamento é causado por fatores econômicos, sociais e políticos, (SILVA, 2006), o atual ritmo de mudança de uso do solo desmatou entre agosto de 2015 e julho de 2016, 7.989 Km<sup>2</sup> de floresta (INPE, 2005b).

As técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto tornam-se indispensáveis para obtenção de informações da superfície terrestre, constituindo hoje um conjunto de ferramentas aplicáveis em planejamentos e zoneamentos. A confiabilidade e a rapidez no processo de sensoriamento permite uma maior facilidade na aquisição dos dados que são de grande importância para o mapeamento de uso e ocupação do solo numa determinada região (CABRAL, 2012).

O conhecimento da distribuição espacial das várias formas de ocupação do espaço necessita de informações detalhadas, que possam ser obtidas com grande periodicidade, devido ao caráter extremamente dinâmico desse ambiente (FORESTI & HAMBURGER, 1995 apud BITTENCOURT *et al.*, 2006).

### 1.1 Apresentação

A preocupação, cada vez mais frequente, sobre a forma e o tipo de ocupação do seu território tem levado os governos a se interessarem por estudos que abordem essa questão. Entende-se que pesquisas, análises e interpretações do uso e ocupação do solo e da dinâmica geoambiental colaboram, de maneira consistente, com o conhecimento aprofundado de uma região. (MEDEIROS & PETTA 2005, apud VAEZA *et al* 2010).

De acordo com o IBGE (2006), os estudos das formas e da dinâmica da ocupação da terra são instrumentos de grande importância para a construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade ambiental, diante das diversas atividades empregadas na produção, pois o conhecimento fornecem subsídios para as análises e avaliações dos impactos ambientais.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

## CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

A formação histórica da região de estudo, insere-se no contexto da formação econômica e social da Amazônia, e seu processo de colonização mais recente foi iniciado a partir de missões de Jesuítas, assim criados os municípios de Porto de Moz e Altamira. Os demais municípios foram criados a partir do Plano de Integração Nacional (PIN) e a construção da Rodovia BR- 230 (Transamazônica). (IDESP, 2013).

Existe a necessidade do desenvolvimento de metodologias de respostas rápidas, que acompanhem a velocidades das mudanças ocorridas em campo, com um nível de aproximação aceitável entre as imagens produzidas pelos sensores e os fenômenos sociais.

### **1.2 Objetivo Geral**

Análise do padrão de desmatamento utilizando técnicas de mineração de dados.

#### **1.2.1 Objetivos Específicos**

i) mapear o uso da terra na região conhecida como Volta Grande do Xingu e rodovia Transamazônica, na região da (UHE) Usina Hidrelétrica de Belo Monte, com intuito de identificar as formas de utilização e ocupação do espaço por parte do homem;

### **1.3 Localização da área de estudo**

A região de estudo compreende parte da região conhecida como Trans-assurini (BR 158), por onde avança a ocupação humana em direção às Terras Indígenas Koatinemo, Itatá, e Trincheira Bacajá e Transamazônica (BR 230). Compreende parte dos municípios de Altamira, Senador José Porfírio e Vitória do Xingu, sendo que estes fazem parte da Área de Influência Direta- AID para os estudos socioeconômicos da UHE BELO MONTE. Nessa área estão localizadas as principais estradas da região (Transamazônica (BR 230), Trans-assurini (BR 158) e PA-415), que liga as cidades de Altamira e Vitória do Xingu e os chamados Núcleos de Referência Rural.



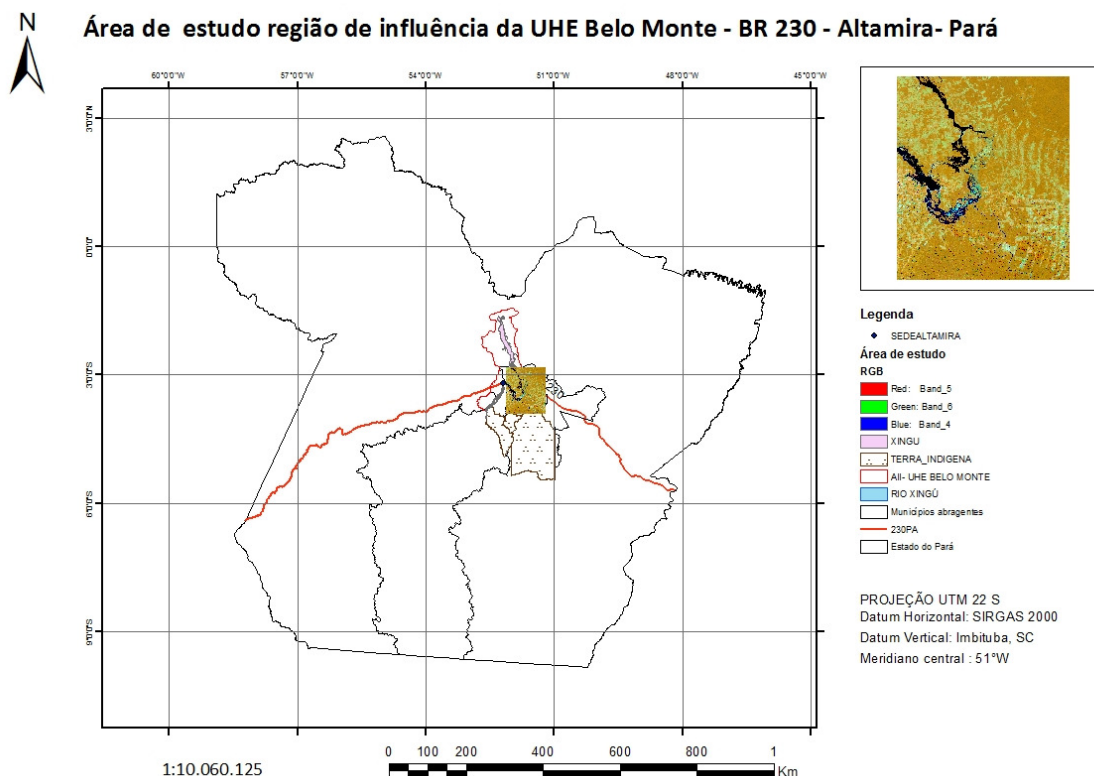


UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

Figura 01- Mapa de localização.



Na década de 70 do século XX, com as políticas públicas territoriais do governo ditatorial, foi construída a rodovia BR-230, a Transamazônica, que trouxe em seu projeto a colonização oficial. A cada cinco quilômetros, mais ou menos, uma estrada (ramal) de penetração, conhecida localmente devido ao caráter ortogonal por Travessão, onde houve os assentamentos de colonos, de grupos, geralmente de camponeses sem terras de quase todos os pontos do País. O projeto de colonização foi melhor estruturado ao oeste de Altamira, onde se encontram terras mais propícias para os cultivos de mercado. Do lado leste dessa cidade, e com solos não tão férteis para agricultura, houve uma ocupação nos mesmos moldes do projeto oficial e que depois foi gerenciado pelo governo.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

### CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

Já na margem direita do rio Xingu na área conhecida como assentamento Assuriní, houve ocupação, porém sem o posterior gerenciamento dos órgãos do governo, pois não estavam na faixa da Transamazônica.

Segundo Costa (2005), no processo de construção da rodovia Trans-assurini, da Ilha da Fazenda/Ressaca atravessando o assentamento homônimo, até as margens do Xingu, onde se tem a balsa que leva a Altamira, previa a tendência para aumentar o desmatamento linear, acompanhando a estrada e posteriormente com travessões, fazendo as “espinhas de peixe”, como na Transamazônica, e uma especulação fundiária, luta pela terra, transtornos sociais, isso em uma área onde a questão agrária não está resolvida.

## **2. DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

Atualmente a região passa por uma profunda transformação espacial em função da construção da Usina Hidrelétrica de Belo Monte, obra iniciada em junho de 2011 na região conhecida como Volta Grande do Xingu, no município de Vitória do Xingu. No entanto, dada a sua magnitude, os efeitos da construção serão sentidos em toda região de influência, com ênfase no município de Altamira, em função da importância dele no que se refere aos aparelhos urbanos e serviços públicos disponíveis que acabam atraindo a população que migra para a região em busca de oportunidade de emprego na obra.

Uma das consequências dessa dinâmica no território é a pressão sobre a cobertura vegetal, que nessa região já apresentava altas taxas de desmatamento. Em 2011, a área desmatada era de 27.426 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 11,43% do seu território, (área equivalente ao estado de Alagoas. Os municípios com as maiores áreas desmatadas são Altamira com 7.072 km<sup>2</sup>, Pacajá 5.175 km<sup>2</sup> e Uruará 3.076 km<sup>2</sup>, o que corresponde a 25,78%, 18,87% e 11,22% do total desmatado, respectivamente (IDESP 2013).

De acordo com Sousa (2000) as obras hidrelétricas ocasionam grandes impactos ambientais que são constatados ao longo da vida da usina e do projeto, bem como o espaço físico abrangido, onde os impactos mais significantes e complexos acontecem durante a construção e a operação.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

### CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

A expectativa é de um aporte de aproximadamente 140.000 pessoas para a região por influência do empreendimento. Este aporte populacional acarretará numa maior pressão sobre os recursos naturais, como madeira para construção, novas áreas abertas para implantação de pastagens, maior pressão de caça e pesca, mais lavouras etc. (EIA RIMA -UHE Belo Monte).

As causas históricas e presentes do desmatamento na Amazônia são diversas e frequentemente inter-relacionadas. (SOARES-FILHO *et al.*)

As análises devem ponderar a enorme diversidade sócio-econômica e biofísica da região, com o objetivo de compreender as diferenças intra-regionais. O processo de ocupação humana na Amazônia brasileira é heterogênea no espaço e no tempo. Passando por diversas fases distintas com a ocupação primária ao longo concentrada ao longo os rios e zonas costeiras, depois com as políticas de povoamento e integração, agregados à infra-estrutura (estradas, energia).

Segundo ALVES (2002), o desmatamento tende a ocorrer próximo a áreas previamente desflorestadas, mostrando um padrão espacial.

A mudança de cobertura do solo também tem sido associada a uma concentração da propriedade da terra. Os agricultores com grandes propriedades tendem a ser os agentes econômicos dominantes na região, ao passo que a grande maioria da população vive em condições precárias (BECKER, 2005) apud AGUIAR *et. al* (2007).

A quantificação dos fatores determinantes do uso do é também uma exigência para o desenvolvimento de modelos que poderiam serem usados para avaliar o potencial impacto das políticas de preservação

Resultados de AGUIAR *et. al*, (2007), indicam que o padrão de desmatamento na Amazônia está relacionada com a natureza difusa do processo de mudança do uso da terra. A concentração desse padrão nas partes do sul e do leste da Amazônia está relacionada com a proximidade de centros urbanos e estradas, reforçada pela maior conectividade com a mais regiões mais desenvolvidas do Brasil, e as condições climáticas mais favoráveis em comparação com o resto da região. Portanto, condições de produção mais favoráveis em termos de clima, conexão aos



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

### CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

mercados nacionais e proximidade dos mercados locais parecem ser os fatores-chave para explicar o processo de desmatamento.

A avaliação dos padrões de desmatamento é importante para o planejamento de diversas ações estatais ou privadas.

No Mato Grosso e oeste do Pará, predominavam manchas maiores que 100 ha e 200 ha, enquanto que na Transamazônica/PA, onde predominam pequenos produtores rurais, as manchas com menos de 50 ha contribuíram com 62% do desmatamento. (GLAVAK, 2011).

### 3. METODOLOGIA DE TRABALHO

Este estudo buscou aplicar um método automático de identificação e mapeamento do desmatamento em área de fronteira agrícola. Avaliando a possibilidade de que partindo das imagens do LANDSAT 8, seja possível mapear e analisar o comportamento espacial do desflorestamento, podendo ser possível mostrar como esta ferramenta pode auxiliar na elaboração de políticas públicas para o desenvolvimento destas áreas.

Iniciou-se o trabalho a partir da obtenção das imagens de satélite 2250622016215LGN000 e 2250632016215LGN000 Landsat 8 sensor OLI que imageia toda a Terra. A informação recolhida pelos instrumentos a bordo do satélite foram obtidas gratuitamente a partir do [EarthExplorer](http://earthexplorer.usgs.gov).

Após a obtenção da imagem foi realizada a segmentação da mesma em três classes (água, floresta e desmatamento), este procedimento foi realizado através da ferramenta classificação não supervisionada, algoritmo ISODATA, do software ENVI 5.1.

Foi realizada a associação de determinada característica espacial de desmatamento a um padrão de ocupação. Para o caso de estudo, a tipologia de ocupação foi adaptada da elaborada por SAITO *et. al*, (2010).



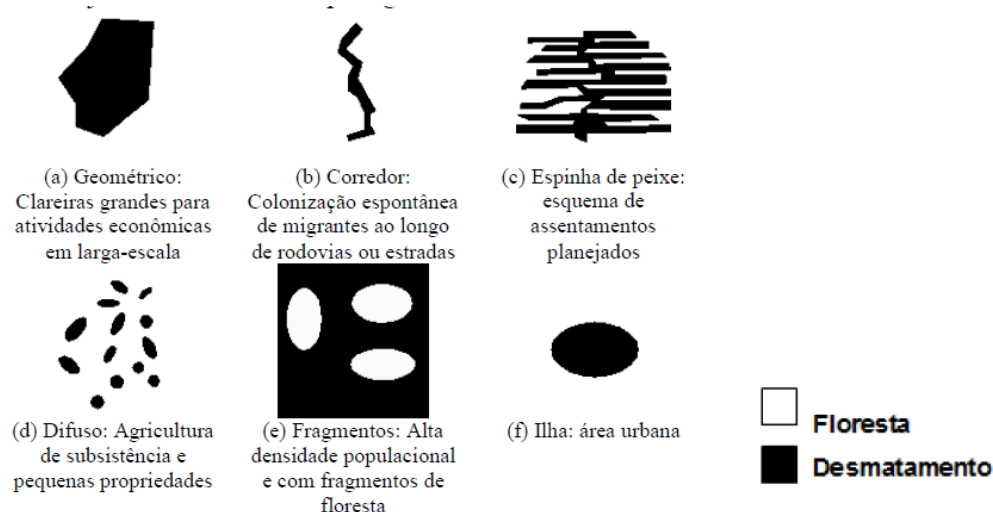
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

HUSSON *et al.* (1995) e METERNS e LAMBIN (1999) analisaram manchas de desmatamento em florestas tropicais na África e propuseram a seguinte tipologia de padrões floresta/não-floresta, associadas a diferentes formas de ocupação humana: geométrico, corredor, espinha de peixe, difuso, fragmentado (patchy) e ilha (GAVLAK *et al.*, 2011).

Figura- 2 - Tipologias padrões de desmatamento. Fonte SAITO *et. al* (2011), adaptado de MERTENS e LAMIM (1997).



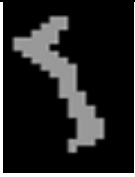

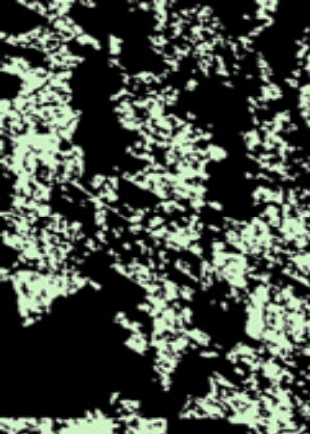


UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

Tabela 1 – Tipologia de padrão de ocupação. (Adaptado de SAITO *et al.*, 2010). Desconsiderar a escala.

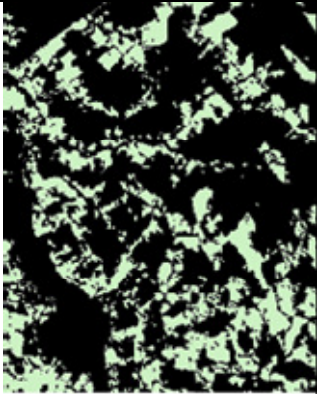
DESFLORESTAMENTO		DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL	ATORES	PADRÃO DE OCUPAÇÃO	PADRÕES ELEMENTARES
EXTENSÃO	PADRÃO				
LINEAR	VARIÁVEL	Próximo a estradas principais e núcleos urbanos	Diversos	Ocupação ao longo das estradas	
IRREGULAR PEQUENO	x < 100 ha	Próximo a estradas principais ou a estradas secundárias	Agricultor familiar	Mão-de-obra familiar, agricultura de subsistência e pecuária	
IRREGULAR GRANDE	x > 500 ha	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Manchas pequenas, médias e grandes;</li> <li>-Manchas de formas variadas, irregulares, complexidade e elevada;</li> <li>-Média, alta densidade;</li> <li>-Multidirecional.</li> </ul>	Fazendeiros menos capitalizados	Pode haver concentração fundiária; -Pequenos, médios e grandes estabelecimentos rurais; -Atividades econômicas: agricultura, pecuária, extração madeireira; -Estágio intermediário de ocupação, muitas vezes espontânea.	



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

REGULAR	300<x>500	Isolado ou próximo a estradas secundárias	Empresários	Pecuária, agricultura e exploração madeireira	
---------	-----------	---	-------------	---	--

Posteriormente, o resultado da classificação foi transformado em um raster binário para calcular uma ampla variedade de métricas de paisagem através do software FRAGSTATS 4.2 (MAcGARIGAL *et al.*, 2012).

A identificação dos padrões de desmatamento representados por **manchas** é realizada por meio de um conjunto de métricas da ecologia da paisagem. Essas métricas são utilizadas para extrair os atributos dos polígonos que discriminam os diferentes tipos de agrupamentos de desmatamentos relacionadas à mudança na cobertura da terra.

As métricas de paisagem são uma ferramenta para quantificar a estrutura da paisagem, descrevendo o tamanho e forma das paisagens, a abundância de cada tipo de mancha e a distribuição espacial de manchas similares ou dissimilares, sendo sensíveis para detectar mudanças no padrão da paisagem o que as torna importantes no monitoramento da paisagem, e no relacionamento dos padrões aos processos de mudança (MUSICK e GROVER, 1991; FROHN, 1998, COUTO, 2004; HUANG *et al.*, 2005), apud SAITO *et. al* 2010.

Para a análise da paisagem utilizando os dados de desmatamento pode-se trabalhar com objetos individuais, representados por cada um dos polígonos de desmatamento (SILVA *et al.*, 2008) ou com células onde cada uma é representada por um conjunto de polígonos de desmatamento (AZEREDO *et al.*, 2008), apud SAITO *et al* 2011, neste caso utilizou-se células.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

Foram calculadas 8 métricas no software FRAGSTATS 4.2 (MacGARIGAL *et al.*, 2012), de onde foi retirada a descrição concisa de cada uma das métricas, disponível em <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>.

Tabela 2 – Descrição das métricas de ecologia da paisagem utilizadas.

MÉTRICA	ABRANGÊNCIA	SIGNIFICADO
Perímetro (PERIM)	$0 < \text{PERIM} < \infty$	É o perímetro do objeto na paisagem que inclui toda sua região interna.
Área (AREA)	$0 < \text{AREA} < \infty$	a área interna do objeto na paisagem
Razão perímetro-área (PARA)	$0 < \text{PARA} < \infty$	É a medida da complexidade de forma da região
Índice de Forma (SHAPE)	$1 \leq \text{SHAPE} < \infty$	É o índice de forma da região, sendo igual a 1 quando é a forma mais compacta, aumentando seu valor conforme a irregularidade da forma. corrige o problema do tamanho do índice da relação da área de perímetro (ver descrição anterior), ajustando para um quadrado (ou quase quadrada) padrão
Círculo circunscrito relacionado (CIRCLE)	$0 \leq \text{CIRCLE} \leq 1$	CIRCLE = 0 para manchas circulares e se aproxima de 1 de manchas alongadas, lineares largura de uma célula.
Fractal Dimension (FRAC)	$1 \leq \text{FRAC} \leq 2$	É o índice que mede a complexidade de forma do polígono. Valores próximos a 1 indicam formas simples enquanto os próximos a 2 para formas mais complexas. Supera as limitações da razão da área do perímetro linear como uma medida de forma complexidade.
Índice de Área Núcleo (CAI)	$0 \leq \text{CAI} < 100$	CAI = 0 quando core = 0 (ou seja, todas as localidades dentro do patch estão dentro da distância especificada à profundidade de borda (s) a partir do perímetro patch); isto é, quando o adesivo contém nenhuma área do núcleo. CAI se aproxima de 100 quando, devido ao seu tamanho, forma e largura das arestas, contém principalmente área do núcleo.
Distância Euclidiana vizinho mais próximo (ENN)	$0 < \text{ENN} < \infty$	ENN se aproxima de 0, quando a distância para o vizinho mais próximo diminui. É mais curta distância em linha reta entre o patch focal e seu vizinho mais próximo da mesma classe.





UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

Em seguida foi utilizado o software WEKA 3.8 (HALL et. al 2009), que um sistema de mineração de dados que utiliza métricas de ecologia da paisagem e por meio de um algoritmo supervisionado de árvore de decisão J.48 (C4.5).

A mineração de dados em imagens consiste da atribuição de descrições (qualidades) a regiões , e à identificação de quais delas pertencem a uma dinâmica da paisagem específica (SILVA, 2006).

Foi utilizado o classificador C4.5 por árvore de decisão com número de padrões da tipologia de 4 e 5 respectivamente.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

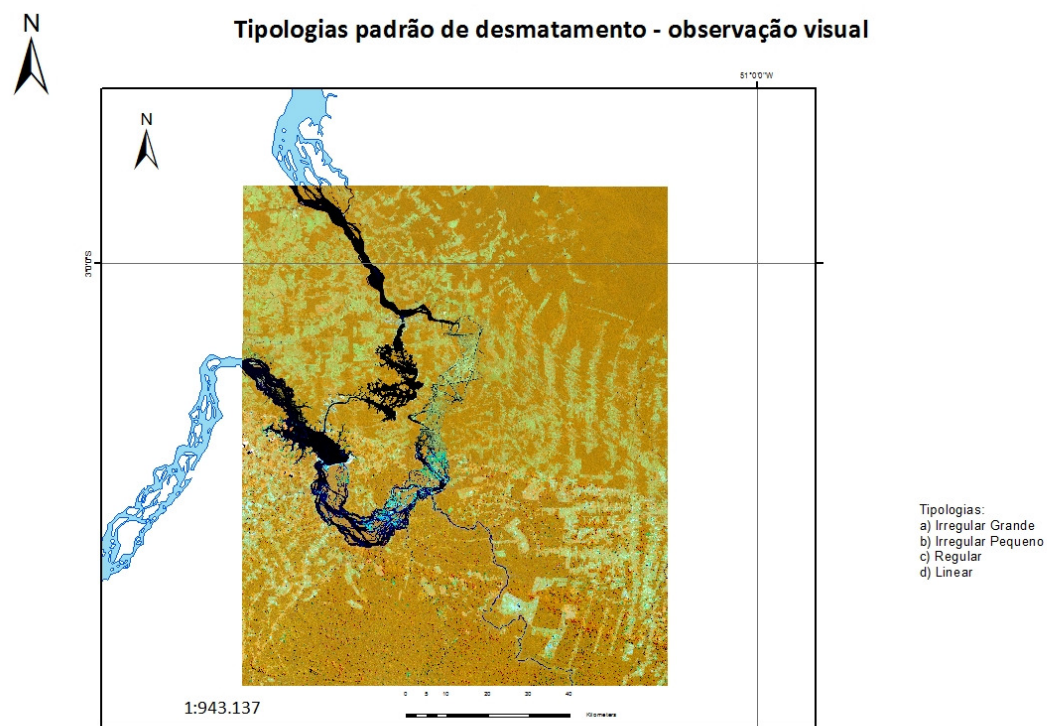
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

#### 4. RESULTADOS

A partir de uma análise visual, foi possível identificar padrões propostos por SAITO (2011), ou seja Linear, Difuso, Multidirecional ordenado, Espinha de Peixe, Multidirecional desordenado e Geométrico regular.

Figura 03- Tipologias observadas.



Entretanto, a partir da análise automática utilizando as métricas de paisagem ÁREA, PERIM, PARA, CIRCLE, FRAC, SHAPE, CAI e ENN no minerador WEKA 3.8, com árvore de decisão J:48 (C4.5 ), não foi satisfatória para o método utilizado. Obtendo um índice Kappa de 0,2479, com somente 39,84% de instancias classificadas corretamente na árvore de decisão.





UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

Tabela - 3- Matriz de confusão

					Classificado como:
34	4	5	5	5	a = DIFUSO
5	18	10	11	7	b = ESPINHA DE PEIXE
10	7	22	9	3	c = GEOMÉTRICO REGULAR
5	10	12	18	6	d = LINEAR
9	17	6	9	10	= MULTIDIRECIONAL DESORDENADO

Após esta constatação foi efetuada a recategorização das manchas em Irregular grande, Irregular pequeno, Regular, e Linear, conforme metodologia adaptada da proposta por SAITO *et al.*, 2010. No minerador foram utilizados os parâmetros ÁREA, PERIM, PARA, SHAPE e CIRCLE.

Com estas métricas chegou-se ao resultado de 78,18% de instancias classificadas corretamente na árvore de decisão, e obtivemos um índice Kappa de 0,6686.

Foram obtidos a partir da classificação não supervisionada, 9076 polígonos de desmatamento na cena estudada, e estes foram classificados como sendo 520 Irregular Grande, 6784 Irregular Pequeno, 1485 Linear, 191 Regular e 96 não classificados.

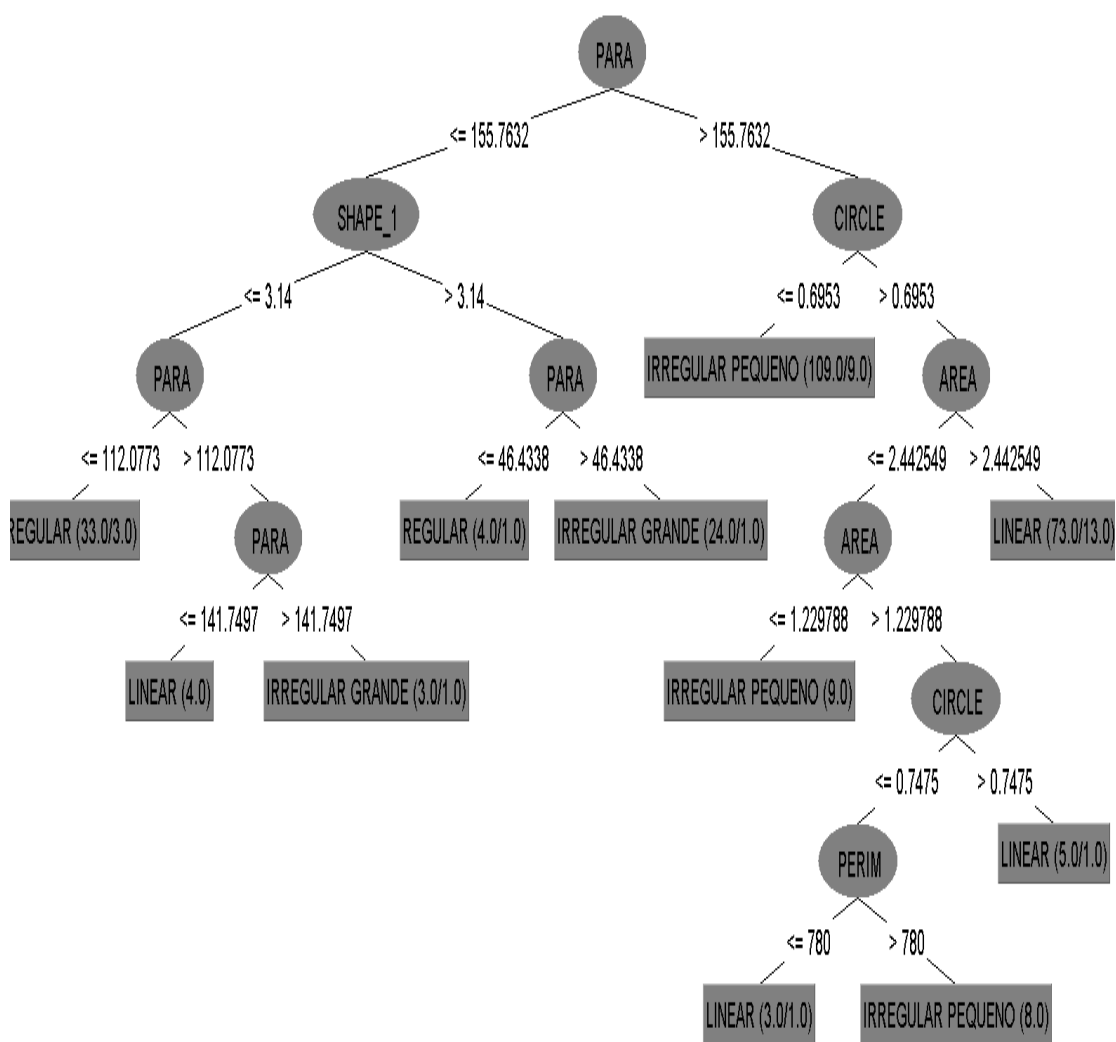
Tabela - 4- Matriz de confusão

a	b	c	d	Classificado como:
24	1	1	4	a = IRREGULAR GRANDE
0	109	23	0	b = IRREGULAR PEQUENO
1	24	52	1	c = LINEAR
3	0	2	30	d = REGULAR



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

Figura 05- Árvore de decisão.





UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

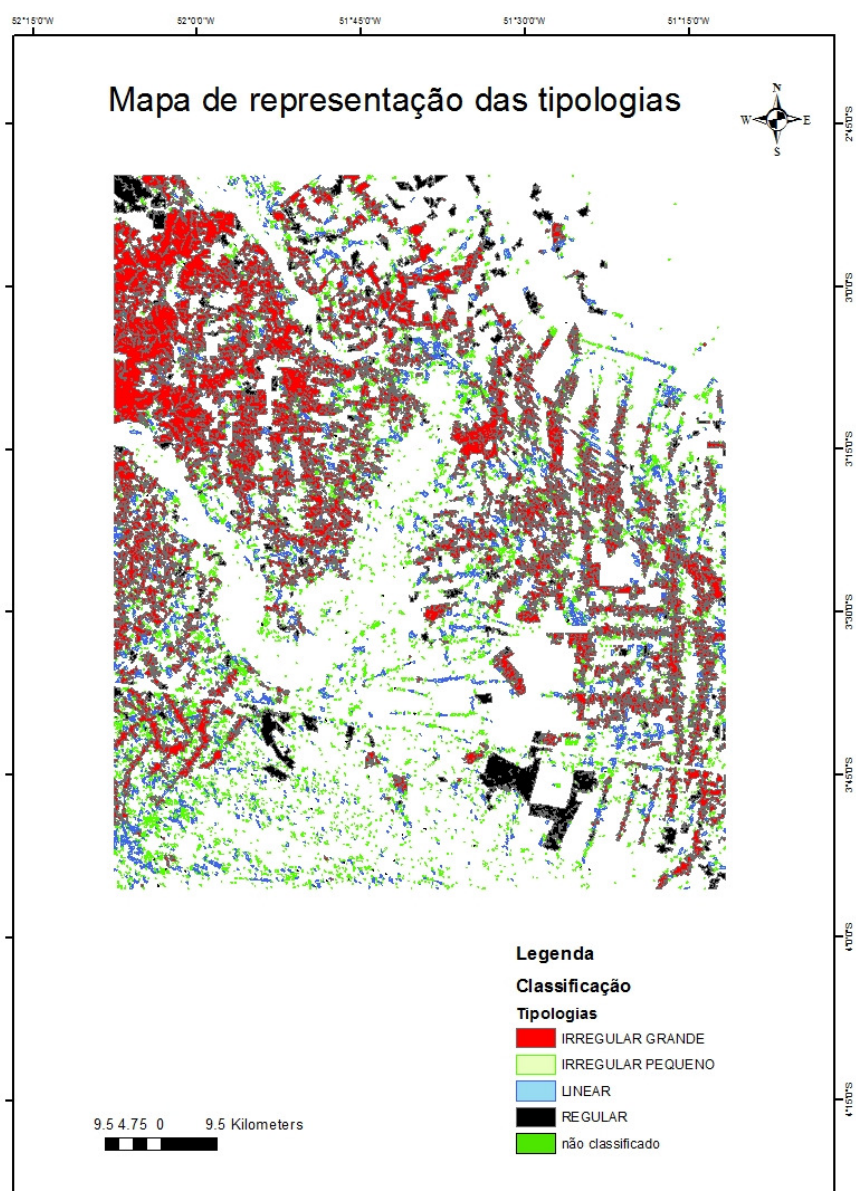


Figura 06- Mapa com as tipologias encontradas



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

## 5. CONCLUSÕES

Os experimentos com a metodologia proposta foram realizados com dados de imagem de satélite LANDSAT 8, com o intuito de avaliar pontualmente sua eficácia na detecção de padrões através de métricas de ecologia da paisagem e utilizou-se diversas técnicas para obter configurações espaciais que revelem padrões de mudança de uso do solo em imagens de sensoriamento remoto.

As métricas *AREA*, *PERIM*, *PARA*, *SHAPE*, e *CIRCLE*, foram parcialmente eficazes para determinar padrões estruturais dos polígonos de desmatamento.

Os 6784 polígonos de desmatamento classificados como Irregular Pequeno, mostram que a região da rodovia BR 230 estudada, possui como principais atores os agricultores familiares. Os polígonos Irregular Grande demonstram que pode estar havendo uma reconcentração fundiária em alguns locais, pois apesar de não tão numerosos, destacam-se por suas áreas.

Comparando os resultados obtidos com SAITO *et al* 2010, SAITO *et al* 2011, SILVA, 2006 e considerando as limitações do software QGIS 2.14, verifica-se que foram alcançados os objetivos propostos. Indicando que melhor estudados há eficiência na identificação de padrões de mudança de uso do solo e na compreensão dos atores e processos envolvidos. Sendo de grande importância na definição de políticas públicas para a Amazônia, especificamente ao IBAMA, órgão de lotação deste autor, possibilitando a proposição de ações mais eficazes em seu planejamento, tanto para fins de conservação quanto para as ações de comando e controle executadas.

Devido ao processo de ocupação humana na Amazônia brasileira ser heterogêneo no espaço e no tempo, a aplicação proposta deve ser treinada e executada em regiões semelhantes.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, A. P.; CÂMARA, G.; ESCADA, M. I. S.. Spatial statistical analysis of land-use determinants in the Brazilian Amazonia: Exploring intra-regional heterogeneity Ecological Modelling , 209, 2007. p.169-188. [www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/amazon\\_ecomod.pdf](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/amazon_ecomod.pdf) acesso em 13/09/2016

ALVES, D., 2002, Space–time dynamics of deforestation in brazilian amazônia. International Journal of Remote Sensing, 23, pp. 2903–2908.

CABRAL, J. B. P., PAULA, M. R de, MARTINS. Uso de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento na caracterização do uso da terra da bacia hidrográfica da UHE Caçu –GO. Revista Geonorte, Edição Especial, V.4, N.4, p.1482 – 1490, 2012. [www.revistageonorte.ufam.edu.br](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br) acesso em 22/02/2016.

ESCADA, M. I. S.; MONTEIRO, A. M. V.; AGUIAR, A. P. D.; CARNEIRO, T. G. S.; CÂMARA, G. Análise de padrões e processos de ocupação para a construção de modelos na Amazônia: experimentos em Rondônia. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12. (SBSR), 2005, Goiânia. Anais... São José dos Campos: INPE, 2005. p. 2973-2984. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. (INPE-12707-PRE/7997). Disponível em: <<http://urlib.net/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.22.09.13>>. Acesso em: 06 set. 2016.

GADELHA, R. M. A. F., Conquista e Ocupação da Amazônia: a Fronteira Norte do Brasil. Estud. av. [online]. 2002, vol.16, n.45, pp.63-80. ISSN 0103-4014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142002000200005>.

GALVÃO, W. S. & MENESES, P. R. Uso de SIG e do classificador ISODATA na geração do mapa de regiões geoambientais homogêneas na bacia do rio São Francisco, como um produto estratégico de apoio às ações de planejamento de redes fluviométricas. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Anais, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2177-2184. Disponível em <http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.01.43/doc/2177.pdf>

GLAVAK, A. A. Padrões de mudança de cobertura da terra e dinâmica populacional no distrito florestal sustentável da BR-163: população, espaço e ambiente. 2011. Disponível em





UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

sid.inpe.br/mtc-m19/2011/08.02.16.24-TDI , Disponível em <http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2011/08.02.16.24/doc/publicacao.pdf>

HALL, M.; EIBE FRANK, E.; HOLMES, G.; PFAHRINGER, B.; REUTEMANN, P.; WITTEN, I. H. (2009); The WEKA Data Mining Software: An Update; SIGKDD Explorations, Volume 11, Issue 1.

IBGE. Manual técnico de uso da terra. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE. 91 p.: il. (Manuais técnicos em Geociências, n. 4), 2006.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SOCIAL E AMBIENTAL DO Pará – IDESP: Contexto do desmatamento e focos de calor na região de integração do Xingu. Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará, 2013. 11 p. 1.

MACEDO, M. R. A.. Uso de geotecnologias na identificação e mapeamento dos atores do desmatamento na frente pioneira de São Félix do Xingu – PA. Dissertação de mestrado– Universidade Federal do Pará, Belém, 2009.

McGARIGAL, K., S.A CUSSHMAN, E. Ene. 2012. FRAGSTATS versão 4: Programa de Análise Espacial Padrão para Mapas categóricas e contínuas. Programa de software de computador produzido pelos autores na Universidade de Massachusetts, Amherst. Disponível no seguinte site: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento na Amazônia legal (PPCDAm) 3ª fase (2012/2015), 2013.

SAITO, E. A. Caracterização de trajetórias de padrões de ocupação humana na Amazônia Legal por meio de mineração de dados –Tese (Doutorado em Geofísica Espacial) 132 p.- INPE, 2011. São José dos Campos. Disponível em <http://mtc-m16d.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m19/2010/12.01.16.33/doc/publicacao.pdf>

SAITO, É. A.; ESCADA, M. I. S.; FONSECA, L. M. G.; KORTING, T. S. Análise de padrões de desmatamento e trajetória de padrões de ocupação humana na Amazônia usando técnicas de mineração de dados. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15. (SBSR). 2011, Curitiba. Anais. São José dos Campos: INPE, 2011. p. 2833-2840. DVD, Internet. ISBN 978-85-



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

17-00056-0 (Internet), 978-85-17-00057-7 (DVD). Disponível em: <<http://urlib.net/3ERPFQRTW/3A2TUFH>>. Acesso em: 01 set. 2016.

SAITO, É. A.; FONSECA, L. M. G.; ESCADA, M. I. S.; KORTING, T. S. Efeitos da mudança de escala em padrões de desmatamento na amazônia. Revista Brasileira de Cartografia, v., n. 63/3, set. 2011. Disponível em (<http://www.lsie.unb.br/rbc/index.php?journal=rbc&page=article&op=view&path%5B%5D=390&path%5B%5D=382>) acesso em 14/09/2016.

SAITO, E. A.; ESCADA, M. I. S.; FONSECA, L. M. G. Mineração de dados aplicada na análise de padrões de desmatamento em região da Amazônia brasileira. Data mining applied in analysis of deforestation patterns in brazilian amazon region.

SILVA, F. C.; KORTING, T. S.; FONSECA, L. M. G.; ESCADA, M. I. S. Deforestation pattern characterization in the Brazilian Amazonia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13. (SBSR)., 2007, Florianópolis. Anais. São José dos Campos: INPE, 2007. p. 6207-6214. CD-ROM; On-line. ISBN 978-85-17-00031-7. (INPE-16535-PRE/11111). Disponível em: <<http://urlib.net/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.18.01.06>>. Acesso em: 15 set. 2016.

SILVA, M. P. S. Mineração de padrões de mudança em imagens de sensoriamento remoto – Tese Doutorado - São José dos Campos: INPE, 2006. 128p. ;

SILVA, M. P. S.; CÂMARA, G.; ESCADA, M. I. S.; SOUZA, R. C. M. Remote-sensing image mining: detecting agents of land-use change in tropical forest areas. International Journal of Remote Sensing de 2007. [http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/rs\\_mining.pdf](http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/rs_mining.pdf) acesso em 13/09/2016

SILVEIRA, G. R. P. D., Campos, S., & Garcia, Y. M. (2014). Sistema de Informações Geográficas aplicado ao diagnóstico do uso da terra da bacia hidrográfica do Córrego São Caetano-Botucatu (SP). Fórum Ambiental da Alta Paulista, 238-249.

SOARES-FILHO, B. S.; NEPSTAD, D.C.; CURRAN, L.; CERQUEIRA, G. C.; GARCIA, R. A.; RAMOS, C. A.; VOLL, E.; McDONALD, A.; LEFEBVRE, P.; SHLESINGER, P;



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GEOPROCESSAMENTO AMBIENTAL

McMGRATH D.. Cenários de desmatamento para a Amazônia. Estudos Avançados, São Paulo, v.19, n. 54, p. 137-152, aug. 2005. ISSN 1806-9592. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10074/11646>>. Acesso em: 06 sep. 2016. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142005000200008>.

SOUSA, P. P. D.. Impactos da UHE de Belo Monte sobre a biodiversidade: uma análise pela ecologia da paisagem. 2013. 1 CD-ROM. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências de Botucatu, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/124280>>. Acesso em: 15 set. 2016.

VAEZA, R. F, OLIVEIRA FILHO P. C., MAIA A. G., DIPERATI A. A. Uso e Ocupação do Solo em Bacia Hidrográfica Urbana a Partir de Imagens Orbitais de Alta Resolução. Revista Floresta em Ambiente. 17(1):23-29 2010. <http://www.floram.org/files/v17n1/v17n1a3.pdf>, acesso em 24/08/2016.